

Introducción

La Gran Imagen

El tipo y cantidad de cobertura terrestre dentro de una zona son características importantes para comprender a la Tierra como un sistema: en los ciclos de energía, el agua y los elementos químicos esenciales para la vida, tales como el carbono, el nitrógeno, el azufre y el fósforo. En el ciclo energético, la cobertura terrestre influye sobre el reflejo de la radiación solar desde la superficie terrestre. Esto, a su vez, influye sobre el calentamiento de la atmósfera y tiene injerencia sobre los patrones de clima locales y regionales. Los patrones resultantes en la temperatura atmosférica influyen sobre los tipos de plantas que pueden vivir en una zona dada y esto determina en gran medida el tipo de cobertura terrestre natural. En los ciclos de agua y bio-geoquímicos, las variaciones en el tipo y cantidad de cobertura terrestre influyen sobre los ciclos de agua, carbono, nitrógeno y azufre que tienen lugar entre el suelo, las plantas y la atmósfera.

Desde mediados de la década 1980, se ha desarrollado un área de investigación conocida como ciencia sistema Tierra, con el propósito de estudiar y comprender estos procesos y las interacciones que existen entre *atmósfera*, *hidrósfera*, *biósfera*, *geósfera* y *criósfera*. Los estudiantes de GLOBE elaborarán mapas de la cobertura terrestre y proporcionarán observaciones en el terreno, lo que mejorará su propia comprensión del entorno en el que viven, así como a la investigación que los científicos llevan a cabo con respecto al sistema Tierra. Esta preparación de mapas involucra la distinción de tipos, o clases de cobertura sobre la superficie.

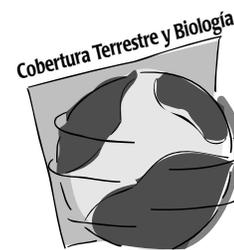
Existen muchos sistemas para clasificar la utilización de la tierra. En GLOBE, utilizamos una adaptación del sistema internacional utilizado por las Naciones Unidas, al que llamamos Sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO. [Modified UNESCO Classification System (MUC)]. Véase las Tablas CT-P-3 y CT-P-4.

La identificación de los diversos tipos de cubierta vegetal de un área puede llevarse a cabo de varias maneras. Al estudiar grandes zonas, los dispositivos de lectura de datos por satélite son fuentes comunes de imágenes de las características de la superficie terrestre, que se emplean para elaborar mapas de la cobertura terrestre. Sin embargo, el examinar simplemente una imagen sin algún tipo de conocimiento específico de la zona involucrada, podrá revelar muy poco de lo que dicha cobertura

terrestre entraña. La mejor y más exacta fuente de información sobre los tipos de cobertura terrestre que existen, proviene de una visita al lugar y la conducción de una detallada evaluación de sus características en tierra. Los datos así recopilados por sus estudiantes durante tales visitas constituyen una importante fuente de información relativa a la cobertura terrestre dentro de su Sitio de Estudio GLOBE, de 15 km x 15 km. En particular, los datos detallados que se adquieren en los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre, de 90 m x 90 m harán una importante contribución a la mejor comprensión de la *biomasa*, la cobertura de la Tierra y la cantidad de fotosíntesis que tiene lugar en su parte del mundo.

La vegetación natural es tan importante para el millar de procesos y ciclos de interés de los científicos del sistema Tierra que usted estará conduciendo varias mediciones muy detalladas en algunos de los sitios del terreno que están dominados por la vegetación. Estas mediciones se denominan *biométricas* y cuantifican el tamaño y extensión que abarcan las plantas en estos lugares. Esta constituye información importante por una serie de razones:

1. Aunque los humanos hemos modificado extensamente y reemplazado la vegetación natural, la mayor parte de la superficie terrestre todavía está cubierta por los ecosistemas de vegetación natural que han ido evolucionando en respuesta a las condiciones geográficas y climáticas locales. El tipo y naturaleza de la vegetación presente nos dice, por tanto, mucho respecto a las otras variables ambientales, tales como la pluviosidad o la temperatura.
2. La vegetación terrestre constituye un elemento esencial del gran sistema que llamamos Tierra. Las plantas absorben y reciclan nutrientes: dióxido de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo que están en la atmósfera y la tierra. Absorben agua de los suelos, la incorporan a sus tejidos y *transpiran* parte de ella hacia la atmósfera. Las plantas también forman parte del fundamento básico de la cadena de alimentos que sustentan otras formas de vida.
3. La vegetación puede ser un indicador





sensitivo de cambios en los ambientes locales o regionales. Sutiles cambios en el clima u otros factores ambientales pueden revelarse por sí mismos, primero como cambios en el tipo o el crecimiento de la vegetación local.

4. Los cambios de vegetación inducidos por los humanos afectan no solamente a las plantas en sí, sino también a todos los ciclos importantes de nutrientes y de agua en los cuales la vegetación desempeña un rol muy preponderante. Para comprender cuáles son los cambios que están teniendo lugar en el sistema Tierra, debemos seguir la pista de los cambios naturales que se dan en la cobertura terrestre así como aquellos que se producen por la mano del hombre.
5. Debido a la importancia que tiene la vegetación, el satélite sensor de tierra orientado hacia la tierra, Mapeador Temático (Thematic Mapper) que usted utilizará para la preparación de mapas se ha diseñado específicamente para identificar y hacer la diferenciación de varios tipos de vegetación. Además, investigaciones recientes han demostrado que los datos por satélite son sensibles a la cantidad y salud de muchos tipos de vegetación, pero las observaciones en el propio terreno se hacen necesarias para cuantificar y calibrar estas relaciones.

Por todas las anteriores razones, los científicos del sistema Tierra esperan con interés sus mapas, así como sus detalladas observaciones biométricas de los lugares que en el terreno poseen vegetación natural. Sus datos nos informarán cuán importantemente pueden estar cambiando los factores dentro del sistema Tierra con el transcurso del tiempo y cuán vulnerables o resistentes son los ecosistemas para confrontar los cambios ambientales; esto también mejorará su capacidad para interpretar las imágenes de satélite en las que tanto nos basamos para hacer el seguimiento de grandes áreas de la superficie terrestre.

Sus observaciones de campo llenarán un gran vacío en la capacidad de los científicos para comprender mejor nuestro planeta, ya que, aún con su ayuda, resulta virtualmente imposible visitar el número de lugares y recopilar todos los datos que precisamos tener para comprender a la Tierra como sistema. Los datos detectados por sensores remotos pueden cubrir rápida y eficazmente toda la Tierra. Como colegio GLOBE se le dará a usted imágenes desde el satélite de una área relativamente grande, comparada con el tamaño de su colegio o escuela.

Resultaría muy vasto y difícil para usted visitar toda la zona dentro del Sitio de Estudio GLOBE que abarca 15 km x 15 km, y mientras una imagen Landsat del Mapeador Temático cubre fácilmente toda su área y 100 más como ella. Al utilizar los implementos que se describen en este protocolo, usted generará un mapa de cobertura terrestre de todo su Sitio de Estudio GLOBE mediante interpretación manual y utilizando un programa computarizado llamado MultiSpec. Partiendo de estos mapas de cobertura terrestre, y empleando el esquema de clasificación MUC, usted y sus estudiantes aprenderán mucho respecto al área que circunda su colegio.

¿El generar este mapa de cobertura terrestre reemplaza las visitas de los sitios en el terreno? ¡De ninguna manera! La recopilación de datos en el terreno es crítica para lograr el uso efectivo de la información recopilada por sensores remotos. Para poder preparar el mapa de cobertura de la Tierra, partiendo de los mapas detectados a remoto, es necesario haber visitado algunos lugares en el propio terreno de maneja que usted pueda identificar con exactitud ciertos lugares que constan en las imágenes de satélite. Sin estos datos reales, sería imposible elaborar un mapa de la cobertura terrestre contando únicamente con las imágenes por satélite.

El segundo uso de sus datos desde el terreno es la verificación de los mapas de cobertura terrestre. Una consideración vital para todo científico es la confianza que pueda tener con respecto a los datos recopilados por otros o mediante sistemas automatizados. A menudo esta confianza se basa en alguna medida estadística, y tal es el caso para la evaluación de mapas de cobertura terrestre, generados por datos detectados por sensores remotos. A fin de tener alguna confianza en un mapa de cobertura terrestre, y tomar decisiones en base a los mismos, resulta muy importante que el mapa sea comprobado para verificar cuán bueno resulta. Este proceso de validación se desarrolla mediante una comparación de las zonas de muestreo en el mapa con visitas a los sitios reales en el terreno en sí. Esta comparación se resume luego en una tabla, que se denomina matriz de diferencias o errores, lo cual demuestra cuán bien el mapa de cobertura terrestre representa lo que realmente esta en el terreno. Sin datos del terreno, no sería posible generar mapas de cobertura terrestre usando datos generados por sensores remotos, ni tampoco podríamos validarlos una vez que han sido creados.

Los Datos del Estudiante GLOBE como Información para los Modelos

Los científicos de investigación incorporarán los datos de estudiantes GLOBE en los proyectos de investigación en marcha. La meta a largo plazo de sus proyectos de investigación es comprender los ciclos bio-geoquímicos primarios del Planeta Tierra. Los ciclos primarios a ser estudiados incluyen los del carbono, el azufre, el nitrógeno y el agua. La estrategia global es utilizar modelos numéricos para estudiar la manera cómo estos ciclos funcionan, tanto en sistemas naturales donde las perturbaciones del ambiente se producen principalmente a causa de la variabilidad de los climas, como en los sistemas donde dichas molestias han sido inducidas por la actividad humana. Entre las mediciones GLOBE que se utilizan como aportes para tales modelos se encuentran:

- Clase de cobertura terrestre (MUC)
- Temperaturas ambientales máximas/mínimas a través de la estación de cultivo
- Precipitación durante la estación de cultivo
- Circunferencia de los árboles a una altura de 1,35 metros y cómo cambia con el tiempo
- Humedad de los suelos durante la estación de cultivo

Al recopilar los datos empleando los protocolos de Cobertura Terrestre y Biología, usted y sus estudiantes se convertirán en socios de este tipo de investigación científica del sistema Tierra. La esencia de una alianza radica en que cada una de las partes aporta destrezas únicas que robustecen los lazos de colaboración. Su aporte radica en el conocimiento íntimo que tiene, y que pueden obtener dentro de su área local. Los científicos del sistema Tierra colocan ese conocimiento dentro de un contexto mayor de sus modelos y esfuerzos por comprender el planeta como un todo. Únicamente trabajando juntos podemos albergar la esperanza de conocer tanto los detalles como la imagen integral del sistema Tierra.

Objetivos de Aprendizaje del Estudiante

Existen dos conceptos sobresalientes dentro de esta investigación. El primero sobre los sistemas, tal como son examinados por los protocolos de los sitios de muestreo y biometría. Los sub-conceptos involucrados son productividad, delimitaciones, aportes, resultados, ciclos (estaciones, circuitos de retroalimentación). Algunos de los procesos son muestras representativas, mediciones directas e indirectas, clasificación (utilizando generalizaciones y elecciones) y proposición de conclusiones basadas en evidencia.

El segundo concepto primordial es sobre los modelos, y resulta particularmente importante para la elaboración de mapas y para los protocolos de evaluación de la exactitud. Los sub-conceptos implicados son representaciones de la realidad, representación simbólica, escala, perspectivas, hábitat, cambios en el uso de la tierra, y fragmentación de los hábitats. Algunos de nuestros procesos son el mapeo, el modelaje y la validación.



Por qué los Científicos Utilizan Modelos

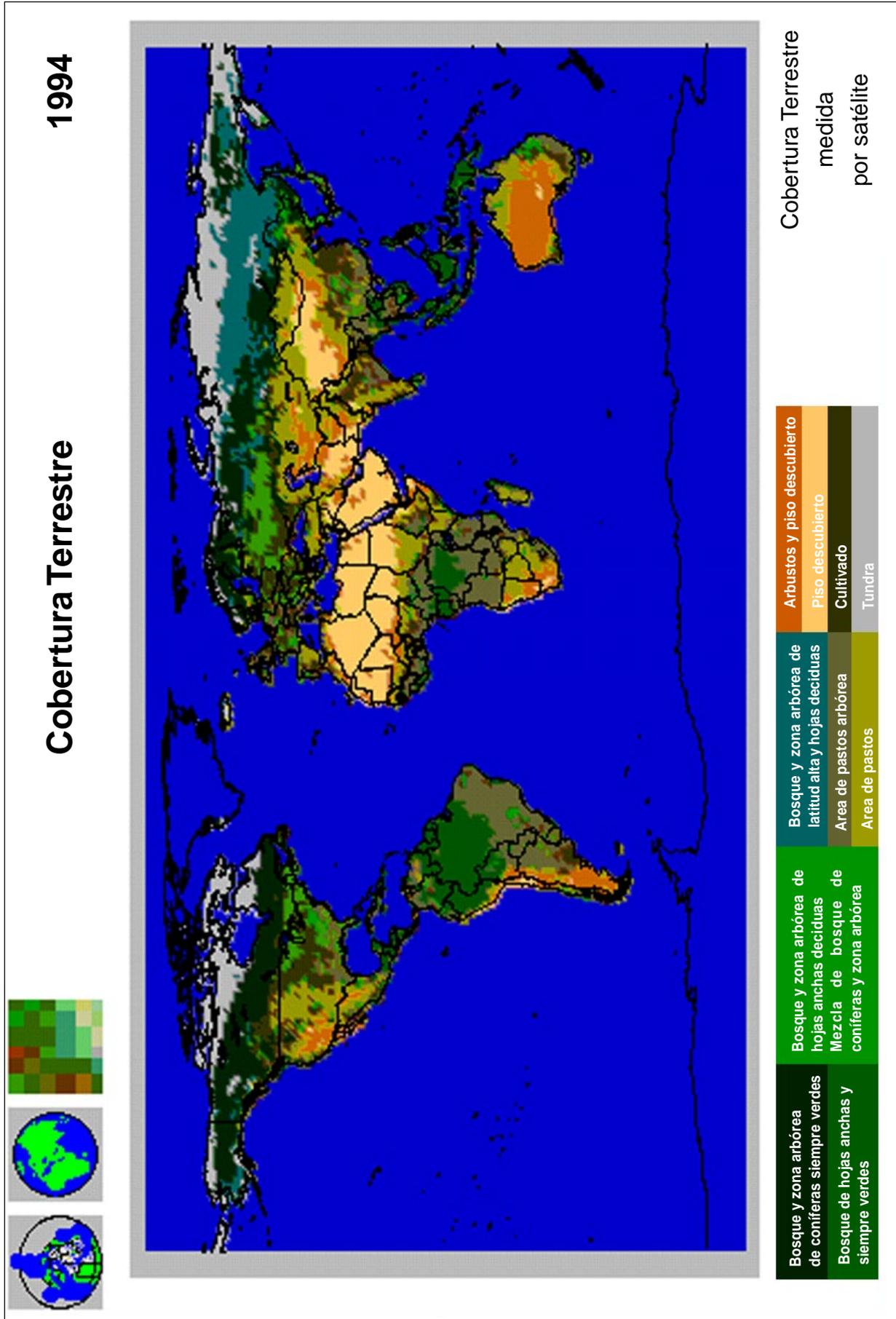
Cuando niños, todos jugamos con juguetes. Por lo general los juguetes son modelos físicos que representan artículos o rubros que son importantes para el mundo adulto y que no están disponibles para los niños. Muñecas bebés, carritos y camiones de juguete, peluches, etc., son todos ejemplos de los modelos físicos que se nos permite tener para usar nuestra imaginación y explorar y comprender de mejor manera nuestro mundo en la infancia. Los modelos conceptuales o matemáticos constituyen una herramienta utilizada por científicos para explorar y comprender de mejor manera los procesos o fenómenos que se dan en el mundo real. Existen varias razones por las cuáles utilizar modelos.

Una de las razones radica en que los modelos permiten a los científicos evaluar los procesos o fenómenos que resultarían difíciles de estudiar de alguna otra manera. El estudio de los procesos de fotosíntesis y de *evapotranspiración* es un ejemplo. En ambos casos, la tasa de cada proceso depende del intercambio de gas a nivel de los estomas en las hojas. Los estomas abiertos permiten el intercambio de dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2) y vapor de agua, mientras que los estomas cerrados disminuyen drásticamente ese intercambio de gas. La medición de las pequeñas cantidades de gas que se intercambian en una sola hoja se hace posible mediante la utilización de un dispositivo conocido como un *analizador de gas a base de infrarrojos*, pero consume tiempo y únicamente permite el análisis de una hoja cada vez. Pese a ello, si es que se conocen las condiciones de la luz (la plena luz del sol hace que los estomas se abran, mientras que en condiciones nubladas éstos tienden a cerrarse en muchas plantas), si se conoce la cantidad de lluvia reciente (que regula la disponibilidad de agua necesaria para que los estomas se abran) y las temperaturas máximas (la temperatura influye en la tasa de difusión de estos gases hacia adentro o hacia afuera de los estomas abiertos), entonces se puede desarrollar un modelo que pronostique las tasas de intercambio de gas. Si se conoce la cantidad de follaje, se pueden modelar las tasas de fotosíntesis y de evapotranspiración para árboles y/o bosques.

Otra razón para utilizar modelos es que a fin de elaborar un modelo que funcione bien (los resultados pronosticados se comparan bien con los resultados reales de la medición) el que desarrolló el modelo debe comprender muy bien el proceso que se va a modelar. La elaboración de un modelo fuerza a los científicos a considerar todas las variables que entran en juego (tales como CO_2 , O_2 , y vapor de agua, así como temperatura, disponibilidad de agua, duración e intensidad de la luz del sol, etc.) y las relaciones que existen entre estas diferentes variables. Parte de todo el proceso involucrado en la preparación de un modelo es que se adquiere una comprensión más exhaustiva de los procesos que están siendo modelados.

Una tercera razón para utilizar modelos se relaciona con el ser capaz de modificar los parámetros de aportes a fin de pronosticar cambios reales en los resultados. Esto constituye un aspecto especialmente valioso en el uso de modelos, cuando el manejo experimental de las variables de aporte se torna imposible o resulta poco práctico. Al utilizar el ejemplo de fotosíntesis y evapotranspiración, un modelo permite a los científicos estudiar los efectos de mayor cantidad de CO_2 en la atmósfera y de la temperatura sobre ambas actividades de la fotosíntesis (producción primaria) y devolver el vapor de agua (transpiración) a la atmósfera para lugares forestados. Un experimento así no resultaría práctico a nivel de campo.

Figura CT-I-1: Cobertura Terrestre Global



Fuente: Home Page de GLOBE

